

学校编码: 10384

分类号____密级____

学号: 23320071152196

UDC_____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

WCDMA 直放站线性化技术研究 with FPGA 实现

Research of Linearization technique for WCDMA

Repeater and FPGA Implementation

郑宁井

指导教师姓名: 陈辉煌 教授

专 业 名 称: 通信与信息系统

论文提交日期: 2010 年 月

论文答辩时间: 2010 年 月

学位授予日期: 2010 年 月

答辩委员会主席: ____

评 阅 人: ____

2010 年 月

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（ ） 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

（ ） 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学博硕士论文摘要库

摘 要

现代通信系统为提高频谱容量,广泛采用了如 QPSK, QAM 等线性调制技术,包络变化的调制信号经过非线性功率放大器后会产生互调失真,造成带外的邻道干扰和带内的信号失真,从而降低系统性能。因此,功率放大器线性化成为宽带通信系统的关键技术之一。

本文以 WCDMA 直放站系统为平台,采用数字预失真的方法,通过对输入信号进行预畸变补偿射频功率放大器的非线性,达到线性化的目的。功放模型的提取与求逆是影响预失真性能的重要因素,本文采用收敛速度较快的递归最小二乘法(RLS)来获取功放的逆模型参数,对 RLS 算法和数字预失真中的增益控制和环路延时进行了 MATLAB 仿真分析。硬件实现方面,基于 QR 分解的最小二乘法通过 Givens 旋转处理,可以在 FPGA 硬件实现上取得不错的性能。同时,CORDIC 技术可以有效的用简单的移位和加法操作代替复杂的除法和开方运算,进一步节省资源。因此,本文利用 System Generator 硬件代码转换的功能,完成了基于 QRD-RLS 算法的记忆多项式数字预失真的 FPGA 设计,并且在硬件平台上验证了预失真效果。实测结果表明,功放输出的邻道功率抑制比(ACPR)改善 15dB,有效的改善了功率放大器的非线性特性。

关键词: 功率放大器; 数字预失真; System Generator

厦门大学博硕士论文摘要库

Abstract

To improve the spectrum capacity in the wireless communication system today, linear modulation technique, such as QPSK, QAM are widely used. Being sensitive to the power amplifier's nonlinear distortion, non-constant envelope modulation signals will generate intermodulation (IM) distortion, which decrease the whole system performance. To reduce the adjacent channel interference and in-band distortion, the design of PA linearizers has become a key technology in wireless communication transmitters.

In this paper, a design based on digital predistortion is performed in WCDMA repeater which introduced a preceding predistorter to improve the linearity of radio-frequency power amplifier. The model of power amplifier and its inverse model are two important factors in digital predistortion. This paper adopts Recursive least squares(RLS) method to obtain the inverse model of power amplifier, and makes a simulation in MATLAB, with gain control and link synchronization two key techniques in digital predistortion added. RLS by QR decomposition is a well established technique in linearizing PA, good performance is achieved by performing the algorithm using Givens rotation for efficient implementation on FPGA. Furthermore, CORDIC technique can replace the complex division and extraction of root with simple shift and addition operations. One FPGA design of digital predistortion based on memory polynomial structure is built within System Generator environment, and get the effect verification of digital predistortion on the hardware of FPGA. The result shows that this design increases ACPR about 15 dB and the linearity of power amplifier gets improved.

Key Word:Power Amplifier; digital predistortion; System Generator

厦门大学博硕士论文摘要库

目录

第一章 绪论	1
1.1 课题研究背景与意义.....	1
1.2 国内外研究现状和进展.....	1
1.2.1 直放站简介	1
1.2.2 数字预失真现状和发展	3
1.3 论文的工作与结构	4
第二章 功率放大器及线性化原理	5
2.1 功率放大器特性介绍.....	5
2.1.1 功放的非线性特性.....	5
2.1.2 功率放大器的线性化指标	7
2.2 功放线性化技术	8
2.2.1 功率回退技术	8
2.2.2 笛卡尔环路反馈技术.....	8
2.2.3 前馈技术.....	9
2.2.4 LINC 法.....	10
2.2.5 数字预失真技术	11
2.2.6 线性化技术比较	12
2.3 功率放大器行为模型.....	13
2.3.1 无记忆模型	13
2.3.2 有记忆模型	15
2.4 小结.....	17
第三章 数字预失真算法分析及设计	18
3.1 方案设计.....	18
3.1.1 数字预失真方法比较.....	18
3.1.2 自适应算法的选择.....	21
3.2 多项式结构自适应算法中的关键技术分析.....	24
3.2.1 增益控制	24

3.2.2	环路延时估计	26
3.3	小结.....	29
第四章	数字预失真的 FPGA 实现	30
4.1	系统测试架构	30
4.1.1	硬件平台原理框图.....	30
4.1.2	主要模块介绍	32
4.2	FPGA 系统级的设计方法	35
4.2.1	软件无线电	35
4.2.2	系统化设计	36
4.3	数字预失真的硬件实现结构	37
4.3.1	QRD_RLS 自适应算法实现	38
4.3.2	QRD_RLS 的 SYSTOLIC 实现与 CORDIC 技术.....	39
4.4	模块功能结构与仿真.....	45
4.4.1	System Generator 模块设计	45
4.4.2	预处理模块	46
4.4.3	数据成帧模块	50
4.4.4	QR 分解实现.....	50
4.4.5	上三角处理回代模块.....	54
4.4.6	预失真器设计	57
4.4.7	System Generator 平台综合硬件仿真	60
4.5	小结.....	62
第五章	WCDMA 直放站数字预失真系统测试结果及其分析.....	63
5.1	模块功能仿真验证	64
5.1.1	反馈链路下变频滤波模块	64
5.1.2	自适应 RLS 模块	65
5.2	数字预失真系统测试.....	66
5.2.1	前向链路预失真器测试	66
5.2.2	增益控制功能测试.....	67
5.2.3	系统硬件测试	67

5.3 小结.....	68
第六章 总结与展望	69
6.1 本论文工作总结与创新.....	69
6.2 后期工作展望	69
参考文献.....	71
致谢.....	74
攻读硕士学位期间发表的论文及所做工作	76

厦门大学博硕士论文摘要库

Contents

Chapter 1 Preface	1
1.1 Application Background.....	1
1.2 Research Status.....	1
1.2.1 Digital Repeater Summary	1
1.2.2 Digital Predistortion Status.....	3
1.3 Work and Organization of the Dissertation.....	4
Chapter 2 Power Amplifier and Linearizing Theory	5
2.1 Power Amplifier Summary.....	5
2.1.1 Non-linear Distortion of Power Amplifier.....	5
2.1.2 The Linearizing Indicators of Power Amplifier.....	7
2.2 Linearizing Technique of Power Amplifier	8
2.2.1 Power Back-off Technique	8
2.2.2 Feedback Technique of Descartes Loop.....	8
2.2.3 The Linearizing Technology about Feedforward.....	9
2.2.4 Linearizing Amplification with Non-Linear Components	10
2.2.5 Digital Predistortion	11
2.2.6 Comparison of Linearizing Technique	12
2.3 The Model of Power Amplifier.....	13
2.3.1 Memoryless Model.....	13
2.3.2 Memory Model	15
2.4 Summary.....	17
Chapter 3 Arithmetic design of Digital Predistortion.....	18
3.1 Scheme Design	18
3.1.1 Comparison of Approaches in Digital Predistortion	18
3.1.2 Self-Adaptive arithmetic in Digital Predistortion	21
3.2 Key Technique Analysis in Polynomial Structure.....	24
3.2.1 Gain Control	24

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库